

**LEMBAR  
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW RANCANGAN**

Judul Rancangan : Rancangan Penambahan Air Kelapa Terhadap Mutu Beton Dengan Menggunakan Limbah Peleburan Nikel Dan Pembakaran Batubara  
 Jumlah Penulis : 1 (Satu) Orang  
 Nama Pengusul : Penulis Pertama (Bertinus Simanihuruk)  
 Nama Penilaian : Dr. Mardiaman, ST, MT  
 Pangkat/Golongan : Lektor Kepala, Pembina/IV-a

Hasil Penilaian Validasi

No.	Aspek	Uraian/Komentar Penilaian
1.	Indikasi Plagiasi	Rancangan ini menunjukkan orisinalias karya yang baik
2.	Linieritas	Rancangan ini dibuat berdasarkan prinsip rancangan campuran beton menggunakan bahan buangan air kelapa dan abu sekam

Komponen Yang Dimulai	Nilai Maksimal Membuat Rancangan dan Karya Teknologi		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	International <input type="checkbox"/>	Nasional <input checked="" type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan dan kesesuaian unsur isi rancangan (10 %)		2	2
b. Ruang lingkup dan kedalaman ciptaan (30%/		6	6
c. Kecukupan dan Kemutakhiran data informasi dan metodologi ciptaan (30%)		6	5
d. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)		6	5
<b>Total = (100 %)</b>		20	
<b>Nilai Pengusul =</b>			18

Catatan Penilaian oleh Reviewer

Kelengkapan dan kesesuaian unsur isi rancangan : unsur-unsur desain lengkap dan sudah sesuai  
 Ruang lingkup dan kedalaman rancangan : rancangan cukup menarik  
 Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi ciptaan : desain yang tersajji dan metodologi rancangan cukup memadai  
 Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit : rancangan diterbitkan oleh Universitas Tama Jagakarsa

Jakarta, 14 Juli 2022  
 Reviewer I



Dr. Mardiman, ST, MT  
 NIP/NIDN 0024096702



Dr. Irna Sjafci, M.Pd

**LEMBAR  
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW RANCANGAN**

Judul Rancangan : Rancangan Penambahan Air Kelapa Terhadap Mutu Beton Dengan Menggunakan Limbah Peleburan Nikel Dan Pembakaran Batubara  
 Jumlah Penulis : 1 (Satu) Orang  
 Nama Pengusul : Penulis Pertama (Bertinus Simanihuruk)  
 Nama Penilaian : Dr. Ir. Moh Azhar, M.Sc  
 Pangkat/Golongan : Lektor Kepala, Pembina Tk I/IV-b

**Hasil Penilaian Validasi**

No.	Aspek	Uraian/Komentar Penilaian
1.	Indikasi Plagiasi	Rancangan ini menunjukkan orisinalitas karya yang baik
2.	Linieritas	Rancangan ini dibuat berdasarkan prinsip rancangan campuran beton menggunakan bahan buangan air kelapa dan abu sekam

Komponen Yang Dimulai	Nilai Maksimal Membuat Rancangan dan Karya Teknologi		Nilai Akhir Yang Diperoleh
	International <input type="checkbox"/>	Nasional <input checked="" type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan dan kesesuaian unsur isi rancangan (10 %)		2	2
b. Ruang lingkup dan kedalaman ciptaan (30%)		6	6
c. Kecukupan dan Kematakhiran data informasi dan metodologi ciptaan (30%)		6	5
d. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)		6	5
<b>Total = (100 %)</b>		20	
<b>Nilai Pengusul =</b>			18

**Catatan Penilaian oleh Reviewer**

Kelengkapan dan kesesuaian unsur isi rancangan : unsur-unsur desain lengkap dan sudah sesuai  
 Ruang lingkup dan kedalaman rancangan : rancangan cukup menarik  
 Kecukupan dan kematakhiran data/informasi dan metodologi ciptaan : desain yang tersajji dan metodologi rancangan cukup memadai  
 Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit : rancangan diterbitkan oleh Universitas Tama Jagakarsa

Jakarta, 14 Juli 2022  
 Reviewer II



Dr. Ir. Moh Azhar, M.Sc  
 NIP/NIDN 0331076205

Disetujui  
 Kepala LPPM



Dr. Irma Sjafci, M.Pd

# KAJIAN AKADEMIS PENAMBAHAN AIR KELAPA TERHADAP MUTU BETON DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH PELEBURAN NIKEL DAN LIMBAH PEMBAKARAN BATUBARA

Bertinus Simanihuruk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa, Jl.TB. Simatupang No.152 Tanjung Barat Jakarta

Email : [bsimanihuruk@gmail.com](mailto:bsimanihuruk@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini tentang pengaruh penambahan air kelapa sebagai bahan tambah pada campuran beton dengan *fly ash* dan *slag* bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton dan dampak penggunaan bahan tambah tersebut terhadap suhu, slump Dan perbandingan kuat tekan beton. Metode yang dipergunakan adalah dengan melakukan perhitungan perencanaan campuran beton dengan target kuat tekan rencana K250 dan proporsi beton campuran penggunaan air kelapa sebesar Tua 6% + *slag* 10% + *fly ash* 10%, Dan air kelapa muda 6% + *slag* 10% + *fly ash* 10% dengan beton normal. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pemeriksaan agregat, suhu, slump, Waktu pengeringan pada sampel, Dan uji kuat tekan beton. Hasilnya menunjukkan bahwa beton yg telah ditambah air kelapa, *slag*, *fly ash* akan membuat penurunan pada suhu dan slump. Dimana suhu beton normal sebesar 35,5°C, suhu beton campur air kelapa tua + *slag* + *fly ash* sebesar 34,3°C Dan beton campuran air kelapa muda + *slag* + *fly ash* sebesar 33,6°C. Begitu juga pada slump mengalami Penurunan yang ditambah air kelapa dari beton normal. Dari Hasil uji kuat tekan pada usia 56 hari menghasilkan nilai kuat tekan optimum pada sampel beton ditambahkan air kelapa muda + *slag* + *fly ash* dengan kuat tekan sebesar 458,99 kg/cm<sup>2</sup> atau diatas kuat tekan beton normal. Dimana kuat tekan beton normal sebesar 417,27 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan beton campuran air kelapa tua + *slag* + *fly ash* sebesar 385,97 kg/cm<sup>2</sup> dibawah kuat tekan beton normal

Kata Kunci : Air kelapa, peleburan nikel (*slag*), pembakaran batu bara (*fly ash*), , kuat tekan

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang terbuat dari kombinasi mineral agregat (split dan pasir), semen, serta air. Oleh karena sifat beton yang kuat terhadap tekan, tahan api, dan mudah dibentuk menjadikan beton sebagai bahan yang umum digunakan untuk proyek pembangunan gedung, jembatan, jalan, dan lainnya. Hal ini menyebabkan tingginya kebutuhan beton di masa sekarang maupun yang akan datang. Beton yang sudah mengering dan mengeras sering diartikan menjadi padat karena air yang menguap, pada kenyataannya proses hidrasi terjadi akibat peranan air sehingga campuran antara semen dan air mengeras dan mengikat agregat halus yaitu pasir satu sama lain dengan agregat kasar yaitu split. Agregat halus ini berfungsi mengisi rongga – rongga antar agregat kasar, sedangkan semen dan air berfungsi sebagai perekat (*binders*) pada proses pengerasan. Dilaporkan bahwa secara global produksi semen berkontribusi sekitar 5-7% dari total emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ke atmosfer. (McLellan, 2011)

Ada yang menggunakan campuran beton untuk memperlambat pengikatannya dengan memberikan bahan kimia tambahan. Tujuan dari penambahan bahan kimia ini adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton dan untuk menghambat pengikatan serta meninggikan konsistensinya tanpa penambahan air. Bahan kimia tambahan yang dipakai untuk memperlambat awal pengikatan /pengerasan, dan memperpanjang waktu pengerjaan disebut *retarder*. Dalam pekerjaan beton sudah dikenal cara untuk menghambat waktu pengikatan beton, dengan menggunakan bahan gula. Gula merupakan *set retarder*, yaitu bahan yang



memperlambat proses hidrasi sehingga semen dapat terhidrasi dengan baik dan meningkatkan kekuatan beton (Nugroho, 2006). Pada umumnya gula yang digunakan sebagai bahan tambahan harganya relatif mahal. Dalam usaha untuk mencari bahan kimia tambahan pengganti dan untuk memanfaatkan material lokal, dapat dipergunakan air kelapa sebagai bahan kimia tambahan. Pemanfaatan air kelapa ini dimungkinkan karena di pasar tradisional, air kelapa sering dibuang begitu saja. Sebelum menggunakan air kelapa ini sebagai bahan kimia tambahan untuk campuran beton sehingga dapat memperlambat awal pengikatan dan memperpanjang waktu pekerjaan pengerasan beton perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini untuk mengkaji pengaruh penambahan air kelapa dan kadar air kelapa ideal yang digunakan sebagai bahan untuk menghambat waktu pengikatan campuran beton. Air kelapa kaya akan *potassium* (kalium) dan juga mengandung gula (antara 1,7 – 2,6 %) dan protein (0,07-0,55 %) (Deptan, 2007). Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan menggunakan air kelapa pada campuran beton pengganti gula sebagai *retarder* dengan presentase kadar air kelapa 0%, 0,1%, 0,3%, 0,5%, dan 1% pada umur beton 1, 7, 14, 21, 28, dan 35 hari (Bertinus, 2009)

Salah satu limbah yang dimanfaatkan juga adalah *Slag*. *Slag* merupakan limbah industri peleburan besi yang telah mengalami proses pendinginan berbentuk butiran runcing, sebagian besar mengandung oksida besi, silikat dan kapur yang sifat fisiknya hampir sama dengan pasir alami. Sebelum digunakan sebagai pengganti semen slag harus dihaluskan terlebih dahulu, hingga butirannya menyerupai semen agar dapat meningkatkan mutu beton. Pada penelitian sebelumnya *slag* digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen ke dalam campuran beton. Variasi penggunaan slag sebesar 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100% dari berat semen, sedangkan kadar aktivator sebesar 5% dari berat *slag* (Darji Sukino Putro, 2005)

Dari penelitian tersebut ternyata diperoleh beton dengan mutu yang kurang baik, akan tetapi masih dimungkinkan terjadi peningkatan mutu seiring dengan semakin berkurangnya variasi kadar penggunaan *slag*. *Slag* yang kandungan kimia di dalamnya terdapat silica dan kapur, diharapkan bersama dengan bahan pengaktif (activator) jenis alkali dalam persentase tertentu mampu berperan sebagai semen yaitu sebagai pengikat bahan-bahan lain (agregat) di dalam suatu campuran adukan beton menjadi satu kesatuan yang homogen dan memiliki kekuatan, paling tidak mendekati semen. Oleh karena itu pada penelitian sebelumnya juga mencoba menggunakan variasi kadar *slag* yang lebih kecil yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dari berat semen (Febry Arief Purnomo, 2012)

Salah satu limbah yang ingin di manfaatkan adalah *fly ash*. pemanfaatan limbah *fly ash* untuk keperluan bahan bangunan teknik sipil, namun hasil pemanfaatan tersebut belum dapat dimasyarakatkan secara optimal, *Fly ash* adalah limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran batubara dan terdiri dari partikel yang halus. Salah satu alternatif untuk memanfaatkan abu layang batubara adalah dengan mengubah abu layang tersebut menjadi campuran beton. Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan menggunakan *fly ash* sebagai bahan tambahan semen dalam campuran beton. Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan beton seiring dengan penambahan *fly ash* sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa dengan prosentase penambahan *fly ash*, beton akan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi dibandingkan dengan beton normal. Nilai kuat tekan beton yang paling tinggi didapat dari komposisi campuran 5% penambahan *fly ash* yang mencapai nilai 27,30 Mpa dengan kuat tekan rencana sebesar 20 Mpa (Dewi, 2013)

### **Maksud dan Tujuan Penelitian**

Dengan melihat pentingnya bahan retarder untuk memperlambat pengerasan campuran beton maka dalam penelitian ini mempunyai tujuan yaitu:

1. Mengetahui pengaruh air kelapa tua dan air kelapa muda terhadap waktu proses pengikatan bahan pembentuk campuran beton dibandingkan dengan beton normal.
2. Mengetahui perbandingan suhu antara beton normal dengan beton yang ditambahkan air kelapa, *slag* dan *fly ash*.
3. Mengetahui perbandingan *slump* antara beton normal dengan beton yang ditambahkan air kelapa, *slag* dan *fly ash*.
4. Mengetahui pengaruh terhadap kuat tekan dari penambahan air kelapa muda 6%, *fly ash* 10% dan *slag* 10% dengan penambahan air kelapa tua 6%, *fly ash* 10% dan *slag* 10% terhadap beton normal pada umur beton 7 hari 28 hari dan 56 hari.

### **Pembatasan Masalah**

Dengan adanya keterbatasan cakupan dan waktu dalam penelitian ini, ada beberapa pembatasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen type I yang ada di pasaran.
2. Air kelapa yang digunakan untuk penelitian adalah air kelapa hasil buangan yang ada di pasar-pasar tradisional dan air kelapa muda.
3. Pasir dan sirtu yang digunakan adalah pasir dan sirtu yang dijual di pasaran.
4. Kadar air kelapa yang digunakan dengan presentase 6% dari berat kering semen pada presentase *slag* 10% dan *fly ash* 10%.
5. Dilakukan pengecekan suhu dan *slump* pada beton normal dengan beton yang dicampur air kelapa, *slag*, dan *fly ash*.
6. Dilakukan tes uji kuat tekan beton dengan variasi waktu mulai dari 7, 28 dan 56 hari.
7. Benda uji beton berbentuk selinder berdiameter 15 x 30 cm.
8. Mutu beton akan diuji dengan nilai K250.

### **STUDI PUSTAKA**

#### **Beton**

Beton sebagai salah satu bahan konstruksi yang mutunya dipengaruhi oleh bahan-bahan pembuatnya seperti jenis semen, ukuran agregat, faktor air semen, waktu dan suhu perawatan serta pori-pori antar sel dan pori-pori kapilernya. Untuk mengurangi pori-pori antar sel dan pori-pori kapiler dapat dilakukan dengan penambahan bahan tambahan (*addictive*). Komposisi bahan beton tidak homogen. Untuk itu perlu modifikasi pendekatan terhadap prinsip-prinsip dasar perancangan beton. Hal ini dimungkinkan karena beton dapat dengan mudah dibentuk dengan cara menempatkan campuran yang masih basah ke dalam cetakan sampai terjadi pengerasan. Jika berbagai unsur pembentuk beton tersebut dirancang dengan baik maka hasilnya akan menjadi bahan yang kuat, tahan lama dan apabila dikombinasikan dengan baja tulangan akan menjadi elemen yang utama pada suatu sistem struktur (Nawy, 2014). Bahan-bahan pembentuk beton adalah.

#### **1. Agregat**

Dalam perencanaan beton, agregat yang digunakan harus memenuhi syarat jenis agregat dapat ditentukan berdasarkan sumbernya yakni batuan alam atau batuan pecah. Sifat yang paling penting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya seperti yang dimaksud pada umumnya terdiri atas agregat kasar dan agregat halus (SK-SNI-T-15-1990-03).

#### **2. Air**

Di dalam beton, air mempunyai peranan yang sangat penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pelaksanaan beton, sehingga untuk mempertahankan tingkat *workability*

harus dipertahankan nilai faktor air semennya. Air yang digunakan sebagai bahan campuran semen harus memenuhi standar (SK-SNI-S-04-1989-F).

## 2. Semen

Semen dipakai sebagai bahan ikat hidrolis untuk pembuatan beton. Semen adalah suatu hasil produksi yang dibuat di pabrik semen. Pabrik-pabrik semen memproduksi bermacam-macam jenis semen dengan sifat-sifat dan karakteristik yang berlainan. Semen Portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. Klinker semen portland dibuat dari batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. (SNI-2049-2015). Bahan dasar dari klinker semen Portland dapat dipabrikasikan secara 2 (dua) proses yaitu basah dan kering.

## 3. Bahan-Bahan Tambahan

Bahan-bahan tambahan berkisar pada campuran bahan kimia sampai pada penggunaan bahan buangan yang dianggap potensial. Pada dasarnya penggunaan bahan tambahan hanya dipergunakan, apabila berdasarkan pertimbangan bahwa beton tersebut memang memerlukan bahan tambah (Murdock L.J, 1999). Bahan tambahan (*admixtures*) yang sering digunakan pada di Indonesia adalah *Superplasticizer* dan *Retarder*. *Superplasticizer* dapat mengurangi kebutuhan air dalam campuran beton tanpa merubah konsistensi dan mutu yang dihasilkan, sedangkan *retarder* merupakan bahan tambahan yang digunakan dengan adanya perlambatan pada *setting time* beton dan dapat menghindari terjadinya *cold joints* pada pengecoran yang masif (Sabrina Nindya Annisa, 2017)

### **Bahan Tambahan Beton**

*Admixture* adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan, atau untuk menghemat biaya. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah ini biasanya merupakan bahan tambah kimia yang dimaksudkan lebih banyak mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan jadi dapat dikatakan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan.

Bahan campuran kimia sampai pada penggunaan bahan buangan yang dianggap potensial untuk penggunaannya untuk beton telah dikenal bersamaan waktunya dengan penemuan semen. Pada dasarnya penggunaan bahan tambahan digunakan apabila berdasarkan pertimbangan bahwa beton tersebut memang memerlukan bahan tambahan Bahan campuran pada umumnya yang digunakan relatif kecil, maka tingkat kontrolnya harus lebih besar daripada pada pekerjaan biasa. Sebab apabila kontrol kurang cermat maka efek yang akan ditimbulkan adalah, kekuatan yang diharapkan atau kualitas dari beton tidak akan sesuai dengan apa yang direncanakan. Bahan tambahan yang akan dipergunakan dalam campuran beton, pada umumnya mempunyai maksud dan tujuan tertentu. Bahan tambahan yang dipergunakan sebagai bahan campuran dalam beton di antaranya adalah (Murdock L.J, 1999):

#### 1. Bahan Untuk Mempercepat Pengerasan (*Accelerator*)

Tujuan penggunaan bahan ini adalah untuk mendapatkan kekuatan awal lebih tinggi, atau pengecoran pada musim dingin. Kerugian mempergunakan bahan ini adalah terdapatnya salah satu unsur yang dapat merugikan di dalam pemakaiannya yaitu korosi pada tulangan

sebagai adanya bahan kalsium chlorida. Terlebih bila dosis yang dipergunakan terlalu besar dan bila kontrol terhadap beton kurang cermat maka dapat terjadi *spalling* dari beton.

## 2. Bahan Untuk Memperlambat (Retarder)

Bahan ini dipergunakan pada daerah-daerah yang mengalami musim panas atau dimana beton tersebut harus di bawa ke tempat tertentu yang jaraknya cukup jauh dan untuk pekerjaan yang memerlukan jumlah beton yang cukup besar hal ini sangat membantu untuk menghindari sambungan dingin. Apabila penggunaan dosis pada beton berlebihan maka di khawatirkan, berpengaruh dalam pengikatan beton. Sedangkan apabila di rencanakan untuk pengecoran atau mencetak di tempat yang dalam, kerugian yang ditimbulkan adalah pengikatan tampaknya menambah tekanan yang besar terhadap acuan.

## 3. Bahan Pengisi Pori

Penggunaan bahan tambahan ini yang bertujuan pengisi pori-pori di antara partikel yang belum terisi dapat meningkatkan kekuatan beton 10 – 15 persen. Beberapa bahan tambah pengisi pori yang sampai saat ini telah di kenal luas adalah jenis Mikrosilika, *fly ash* dan lain sebagainya..Keuntungan lain yang di dapat adalah tingkat durabilitas dari beton semakin meningkat, sebagai akibat peningkatan kekuatan yang dihasilkan. Dasar tersebut adalah bahwa dengan semakin tinggi kekuatan beton, maka tingkat kepadatan dari beton tersebut akan semakin meningkat.

## 4. Bahan Campuran Untuk Mereduksi Air (Plasticizer)

*Superplasticizer* digunakan pada beton mutu tinggi yang penggunaan kadar air relatif kecil. Sehingga timbul masalah yaitu campuran beton dalam kondisi plastis, ternyata sulit sekali untuk dilaksanakan di lapangan. Untuk mengatasi masalah tersebut biasanya dipergunakan bahan tambah *superplasticizer*, yaitu suatu bahan tambah yang dapat meningkatkan *workability* dari campuran beton dan kekuatan yang dihasilkan meningkat sampai 10 persen. Penambahan dalam jumlah kecil bahan tersebut pada campuran beton, dapat memberi penambahan kemudahan pengerjaannya.

## Air Kelapa Sebagai Bahan Tambahan

*Retarding admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan (*setting time*) beton untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan (Mulyono, 2005). Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan yang mengandung unsur gula. Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan yang mengandung unsur gula. Air kelapa mengandung 2,6 persen gula, 0,55 persen protein, 0,74 persen lemak, serta 0,46 persen mineral. Jenis gula yang terkandung adalah glukosa, fruktosa, dan sukrosa. Beberapa jenis kelapa ada yang memiliki kadar gula sebesar 3 persen pada air kelapa tua, dan 5,1 persen pada air kelapa muda (Warisno, 2004). Air kelapa kaya akan *potassium* (kalium) dan juga mengandung gula (antara 1,7 – 2,6 %) dan protein (0,07-0,55 %) (Maskromo Ismail, 2010). Air kelapa di pasar tradisional merupakan bahan buangan yang tidak dimanfaatkan. Dengan adanya unsur gula di air kelapa maka air kelapa bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan alamiah untuk menghambat waktu pengikatan beton.

## Bahan-bahan Pengganti Semen

### *Fly Ash*

Saat ini penggunaan batu bara di kalangan industri semakin meningkat volumenya, karena harga yang relatif murah dibandingkan harga bahan bakar minyak untuk industri. Penggunaan batu

bara sebagai sumber energy pengganti BBM, di satu sisi sangat menguntungkan, namun di sisi lain dapat menimbulkan masalah. Masalah utama dari penggunaan batu bara adalah abu batubara yang merupakan hasil sampingan pembakaran batubara. Sejumlah penggunaan batubara akan menghasilkan abu batubara sekitar 2-10 %. Pada saat ini, pengelolaan limbah abu batu bara hanya terbatas pada penimbunan di areal pabrik (*ash disposal*). Abu batubara merupakan bagian dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf. Abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral (*mineral matter*) karena proses pembakaran. Proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan membentuk dua jenis abu, yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*).

Komposisi abu batu bara terdiri dari 10-20 % abu dasar dan 80-90% berupa abu terbang. Abu terbang ditangkap dengan electric precipitator sebelum dibuang ke udara melalui cerobong. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk meninjau pengaruh bahan tambah terhadap peningkatan mutu beton. (Damayanti, 2006) melakukan penelitian dengan menambahkan microsilica dan fly ash dalam campuran beton. kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari sebesar 69,736 MPa dengan perbandingan kadar microsilica 10% dan fly ash 0%, dengan menggunakan fas 0,3. (Pujianto, 2010) dengan menggunakan bahan tambah superplasticizer dan fly ash menghasilkan kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari sebesar 57,11 MPa dengan kadar superplasticizer yang digunakan sebesar 2% dan fly ash 12% dengan fas 0,3. (Sebayang, 2006) dengan menggunakan bahan tambah fly ash sebagai substitusi sejumlah semen tipe V, kuat tekan maksimum didapatkan pada saat beton berumur 56 hari dengan kuat tekan maksimum 55,275 MPa dengan kadar fly ash 20%. Kemudian (Sebayang, 2011) kembali meneliti penggunaan silica fume sebagai bahan tambah pada beton alir mutu tinggi. Hasil penelitiannya diperoleh kuat tekan maksimum sebesar 51,35 MPa pada umur 56 hari dengan kadar silica fume sebesar 9%. (Nugraheni, 2011) pada beton mutu tinggi dengan serat baja dan filler nanomaterial berupa pasir kuarsa menghasilkan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari sebesar 71,06 MPa dengan kadar filler nano material 10%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan peningkatan kuat tekan beton dengan hasil yang berbeda-beda untuk masing-masing penelitian. Pada beton mutu tinggi dengan *silica fume* dan *filler* pasir kwarsa” mendapatkan bahwa penggunaan *fly ash* 5%, *silicafume* 10% dan *superplasticizer* 2% dari berat semen pada beton mutu tinggi memberikan hasil yang maksimum pada 75,06 Mpa. Sifat-sifat abu terbang yaitu

#### 1. Sifat Fisik

Menurut ACI Committee 226, dijelaskan bahwa abu terbang (*fly ash*) mempunyai butiran yang halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mili micron) 5-27 %. *Fly Ash* umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Abu terbang memiliki densitas 2,23 gr/cm<sup>3</sup>, dengan kadar air sekitar 4%. *Fly ash* memiliki *specific gravity* antara 2,15-2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Fly ash memiliki luas area spesifiknya 170-1000 m<sup>2</sup>/kg. Ukuran partikel rata-rata abu terbang batu bara jenis sub bituminous 0,01 mm– 0,015 mm, luas permukaannya 1-2 m<sup>2</sup>/g, bentuk partikel mostly spherical, yaitu sebagian besar berbentuk bola, sehingga menghasilkan kelecakan yang lebih baik (Nugroho p, 2007).

#### 2. Sifat Kimiawi

Sifat kimia dari fly ash dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar, tekni penyimpanan, dan penanganannya. Pembakaran batu bara lignit dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak daripada jenis bituminous. Komponen utama fly ash batu bara adalah *silica* (SiO<sub>2</sub>), *alumina* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), kalsium (CaO), magnesium, potassium, sodium, titanium, dan belerang dalam jumlah yang sedikit.



Abu terbang tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukurannya yang halus, oksida silika yang dikandung di dalam fly ash akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan abu batubara dapat digunakan pada beton sebagai material terpisah atau sebagai bahan dalam campuran semen dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Fungsi abu batubara sebagai bahan aditif dalam beton bisa sebagai pengisi (*filler*) yang akan menambah internal kohesi dan mengurangi porositas daerah transisi yang merupakan daerah terkecil dalam beton, sehingga beton menjadi lebih kuat. Pada umur sampai dengan 7 hari, perubahan fisik abu batubara akan memberikan kontribusi terhadap perubahan kekuatan yang terjadi pada beton, sedangkan pada umur 7 sampai dengan 28 hari, penambahan kekuatan beton merupakan akibat dari kombinasi antara hidrasi semen dan reaksi pozzolan.

Jenis-Jenis *Fly Ash* :

Berdasarkan *ACI Manual of concrete Practice* 1993 Part I 226.3R-3), *Fly Ash* dapat dibedakan menjadi 3 jenis:

1. Kelas C
2. Kelas F
3. Kelas N

### **Slag**

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi, yang dihasilkan oleh industri peleburan baja salah satunya berupa limbah slag yang secara fisik menyerupai agregat kasar. Seiring dengan semangat pelestarian lingkungan, maka perusahaan penghasil limbah slag mencari solusi pemanfaatan limbah slag tersebut. Berdasarkan penelitian sebelumnya limbah slag dapat dimanfaatkan sebagai agregat kasar dan agregat halus dalam bahan konstruksi dan campuran perkerasan aspal.

Karakteristik dari limbah padat (*slag*) yaitu :

#### 1. Karakteristik Fisik

Limbah padat (*slag*) mempunyai butiran partikel berpori pada permukaannya. Limbah padat (*slag*) merupakan material dengan gradasi yang baik, dengan variasi ukuran partikel yang berbeda-beda. Ukuran gradasi limbah padat (*slag*) lebih mendekati ukuran agregat kasar 2/3.

#### 2. Karakteristik Kimia

Komposisi kimia limbah padat (*slag*) pada PT. Inti General Yaja Steel, Semarang dari hasil analisis pengujian Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan Semarang, dapat disesuaikan pada tabel 2.7

Metode uji mengacu pada :

- *standar methods for the Examination of water and waste, APHA,AWWA,WEF*

**Tabel 2.6** *standar methods for the Examination of water and waste, APHA,AWWA,WEF*

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Metode Uji
I	LOGAM BERAT			
1	Arsen (As)	mg/kg	< 0.1.88	destruksi SM .3114 B
2	Barium (Ba)	mg/kg	< 3.931	destruksi SM.3111 D
3	Boron (B)	mg/kg	< 1.965	destruksi SM.4500-BC
4	Cadmium (Cd)	mg/kg	< 0.118	destruksi SM.3111 B
5	Chromium (Cr)	mg/kg	49.25	destruksi SM.3111 B
6	Copper (Cu)	mg/kg	48.42	destruksi SM.3111 B
7	Lead (Pb)	mg/kg	<1.179	destruksi SM.3111 B

8	Mercury (Hg)	mg/kg	< 0.393	destruksi SM.3112 B
9	Selenium (Se)	Mg/kg	<0.118	destruksi SM.3114 B
10	Silver (Ag)	mg/kg	<1.179	destruksi SM.3111 B
11	Zine (Zn)	mg/kg	28.62	destruksi SM.3111 B

(sumber : TA Vena-Zuni : 2006)

Dari komposisi kimia limbah padat (slag) diatas, sangat jelas bahwa limbah padat (slag) termasuk dalam limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya).

## METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data yaitu :

### 1. Penelitian kepustakaan

Penelitian kepustakaan adalah penelitian untuk mendapatkan data sekunder, yaitu dengan membaca literatur-literatur, buku-buku, majalah dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

### 2. Penelitian laboratorium:

Penelitian untuk mendapatkan data primer dimana dilakukan secara langsung di pengujian di laboratorium yaitu:

#### a) Uji bahan material dasar campuran beton

Uji bahan material dasar campur beton dilakukan terhadap air, pasir, sirtu dan semen yang akan

#### b) Pembuatan Kubus Beton Sampel

Pembuatan sampel beton yang berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Bahan campuran beton yang terdiri dari air, air kelapa, pasir, sirtu dan semen. Proses pembuatan campuran beton yang dibuat mengikuti aturan yaitu:

1. Kadar air kelapa muda 6 % dari berat kering semen dengan *slag* 10% dan *fly ash* 10%.
2. Kadar air kelapa tua 6 % dari berat kering semen dengan *slag* 10% dan *fly ash* 10%.
3. ariasi waktu pengerasan beton yang direndam di air selama 14, 28 dan 56 hari
4. Mutu beton yang akan diuji dengan nilai K175 dan K350.

#### c) Uji slump beton

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui kekentalan campuran beton. Nilai kekentalan campuran beton berguna untuk melihat kemudahan dalam pengerjaan campuran beton (SNI-03-1972-2008).

#### d) Uji kuat tekan terhadap kubus beton (dengan air kelapa dan tanpa air kelapa) untuk umur 14, 28, dan 56 hari.

## DATA-DATA PENGUJIAN

### Pengujian Agregat Halus

**B. RESUME HASIL PENGUJIAN MATERIAL AGREGAT HALUS**

Jenis Pengujian	Standar Referensi Pengujian		Hasil Uji	Syarat Batas	Status
	Metoda Pengujian	Syarat Keberterimaan			
Kadar Organik	ASTM C 40, SNI 2816:2014	ASTM C 40, SNI 2816:2014, Quality Plan	No.3	Max. No. 3	Memenuhi
Analisa Saringan	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	2,62	FM = 2.30 s/d 3.10	Memenuhi
			In Of Limits	Grafik = In of Limits	
Berat Jenis SSD	ASTM C 128, SNI 1970:2008	Quality Plan	2,64	Min. 2.4	Memenuhi
Penyerapan	ASTM C 128, SNI 1970:2008	Quality Plan	0,60%	Max. 4%	Memenuhi
Berat Volume	ASTM C 29, SNI 03 - 4804 - 1998	Quality Plan	1430,17	Min. 1200 kg/m <sup>3</sup>	Memenuhi
Kadar Air	ASTM C 566, SNI 1971:2011	-	1,50%	Tidak bersyarat	-
Kadar Lumpur Kering - Setelah dicuci	ASTM C 117, SNI 03 - 4142-1996	ASTM C 33, SNI 8321:2016, Quality Plan	1,14%	3% (Beton terabrasi)	Memenuhi
			-	5% (Beton tdk terabrasi)	-
Clay Lumps	ASTM C 142, SNI 4141:2015	ASTM C 33, Quality Plan	2,40%	Max. 3%	Memenuhi
Soundness	ASTM C 88, SNI 3407:2008	ASTM C 33, Quality Plan	-	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Max. 10%	-
			1,41%	MgSO <sub>4</sub> Max. 15%	Memenuhi
Void Agregat	ASTM C 29/C 29M, SNI 1973:2008	-	41,90%	Tidak bersyarat	-

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium

**Pengujian Material Agregat Kasar**
**B. RESUME HASIL PENGUJIAN MATERIAL AGREGAT KASAR**

Jenis Pengujian	Standar Referensi Pengujian		Hasil Uji	Syarat Batas	Status
	Metoda Pengujian	Syarat Keberterimaan			
Analisa Saringan					
- Agregat Kasar 20-37	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 8.25 s/d 8.90	-
			-	Grafik = In of Limits	
- Agregat Kasar 5-25	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 6.25 s/d 6.80	-
			-	Grafik = In of Limits	
- Agregat Kasar 5-20	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 6.30 s/d 6.90	-
			-	Grafik = In of Limits	
- Agregat Kasar 10-20	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 7.25 s/d 7.90	-
			-	Grafik = In of Limits	
- Agregat Kasar 10-25	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	8,35	FM = 7.60 s/d 8.60	Memenuhi
			In of Limits	Grafik = In of Limits	
- Agregat Kasar 5-10	ASTM C 136, SNI 1968:2010	ASTM C 33, Quality Plan	-	FM = 6.10 s/d 6.70	-
			-	Grafik = In of Limits	
Berat Jenis SSD	ASTM C 127 , SNI 1969:2008	Quality Plan	2,63	Min. 2.4	Memenuhi
Penyerapan	ASTM C 127, SNI 1969:2008	Quality Plan	1,41%	Max. 4%	Memenuhi
Berat Volume	ASTM C 29, SNI 03 - 4804 - 1998	Quality Plan	1331,07	Min. 1200 kg/m <sup>3</sup>	Memenuhi
Kadar Air	ASTM C 566, SNI 1971:2011	-	1,88%	Tidak bersyarat	-
Kadar Lumpur Kering - Setelah dicuci	ASTM C 117, SNI 03 - 4142-1996	ASTM C 33, SNI 8321:2016, Quality Plan	0,21%	Max. 1%	Memenuhi
			-	-	-
Abrasi	ASTM C 131, SNI 2417:2008	ASTM C 33, Quality Plan	23,13%	Max. 40%	Memenuhi
Flakiness	BS 812:105.1	Quality Plan	20,71%	Max. 25%	Memenuhi
Clay Lumps	ASTM C 142, SNI 4141:2015	ASTM C 33, Quality Plan	0,08%	Max. 2%	Memenuhi
Soundness	ASTM C 88 , SNI 3407:2008	ASTM C 33, Quality Plan	-	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Max. 12%	-
			0,09%	MgSO <sub>4</sub> Max. 18%	Memenuhi
Angularity	IS:2386-PART 1-1963	-	13,57	Tidak bersyarat	-
Void Agregat	ASTM C 29/C 29M, SNI 1973:2008	-	47,88%	Tidak bersyarat	-

**Deskripsi Treatment (Jika dilakukan):**

- Dilakukan Pencucian dengan menyiram stock pile
- Penyiraman menggunakan water springkler selama 1 jam

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium  
**Komposisi Campuran Beton Untuk 1 m<sup>3</sup>**

No	MUTU/ SLUMP  K 250 / 10 ± 2	KOMPOSISI MATERIAL						ADD	ADD	DENSITY
		SEMEN	FLY ASH	SLAG	SPLIT	PASIR	AIR	Air Kelapa Tua	Air Kelapa Muda	
		KG	KG	KG	KG	KG	LT	LT	LT	
1	Normal	335	0	0	1050	780	183	0	0	2348
2	AKT + FA 10% + S 10%	268	33.5	33.5	1050	780	172.02	10.98	0	2348
3	AKM + FA 10% + S 10%	268	33.5	33.5	1050	780	172.02	0	10.98	2348

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium

### Komposisi Campuran Beton Untuk 6 selinder pada Mixer Beton

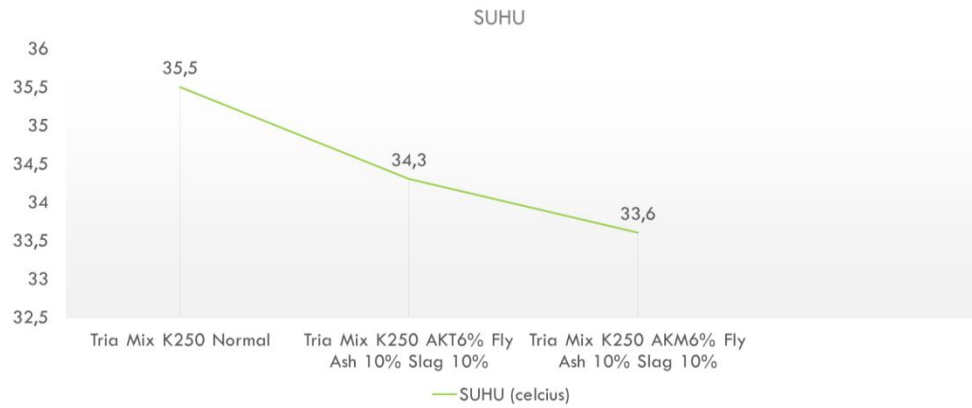
No	Material ( kg )	Beton Normal	Akt+S+Fs	Akm+S+Fs
1	Semen	15.1	12.1	12.1
2	Air	8.2	8.2	8.2
3	Krikil	47.3	47.3	47.3
4	Pasir	35.1	35.1	35.1
5	Air Kelapa Tua 6%	—	0.492	—
6	Air Kelapa Muda 6%	—	—	0.492
7	Slag 10%	—	1.51	1.51
8	Fly Ash 10%	—	1.51	1.51

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium

### Hasil Pengujian Suhu

Keterangan	Kode Sample	Nilai Suhu Rata-Rata Derajat celcius (°C)
Beton Normal	BN	35.5
Beton Campur Air Kelapa Tua+Slag+Fly Ash	AKT+S+FA	34.3
Beton Campur Air Kelapa Muda+Slag+Fly Ash	AKM+S+FA	33.6

Sumber : hasil penelitian dilaboratorium.

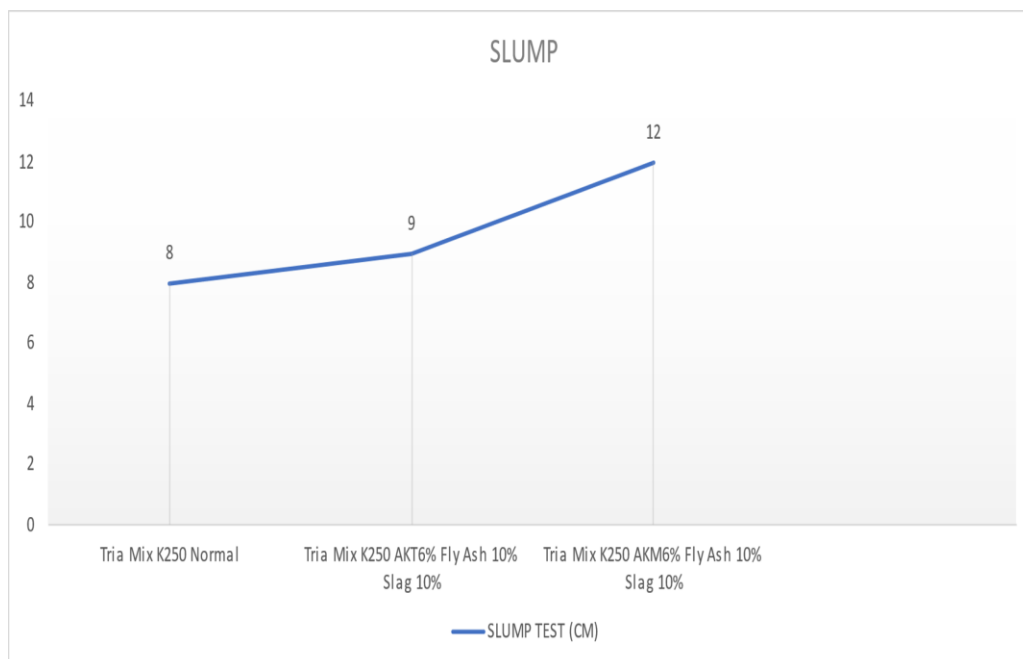


**Gambar 1** Hasil pengukuran suhu pada beton

### Hasil uji slump beton

KODE BENDA UJI	SLUMP TEST (CM)
Tria Mix K250 Normal	8
Tria Mix K250 AKT6% Fly Ash 10% Slag 10%	9
Tria Mix K250 AKM6% Fly Ash 10% Slag 10%	12

Sumber hasil penelitian laboratorium





## Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian Slump

### Hasil Uji Kuat Tekan Beton

**Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Umur 7 Hari**

Jenis Beton	Ukuran Selinder (cm)	Mutu	Umur Test Sample	Berat (kg)	Berat rata-rata	Hasil Pengujian				Keterangan
						Beban(kN)	Beban Rata-Rata	linder f'c (Mpa)	Kubus K (kg/cm <sup>2</sup> )	
Normal (1)	15 x 30	K 250	7 Hari	12.18		450				
Normal (2)	15 x 30	K 250	7 Hari	12.30	12,24	490	470	26,6	327	131%
AKT+FA10%+S10% (1)	15 x 30	K 250	7 Hari	12.12		390				
AKT+FA10%+S10% (2)	15 x 30	K 250	7 Hari	12.20	12,16	330	360	20,37	250,36	100%
AKM+FA10%+S10% (1)	15 x 30	K 250	7 Hari	12.34		400				
AKM+FA10%+S10% (2)	15 x 30	K 250	7 Hari	12.34	12,34	410	405	22,92	281	113%

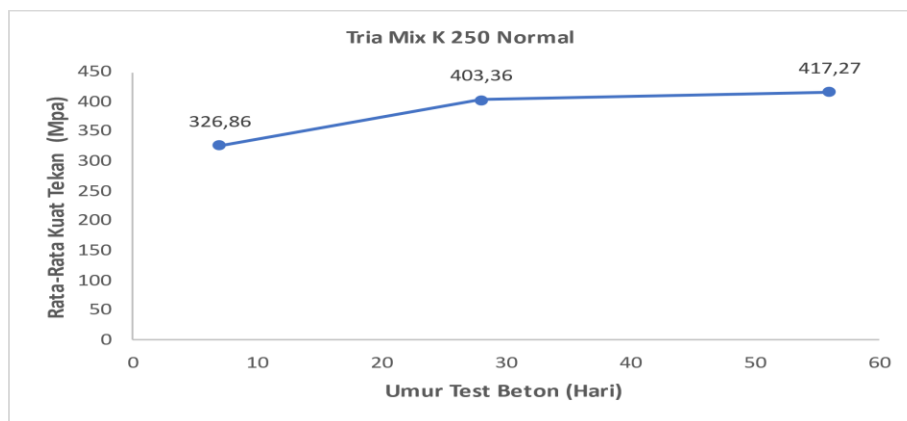
**Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Umur 28 Hari**

Jenis Beton	Ukuran Selinder (cm)	Mutu	Umur Test Sample	Berat (kg)	Berat rata-rata	Hasil Pengujian				Keterangan
						Beban(kN)	Beban Rata-Rata	linder f'c (Mpa)	Kubus K (kg/cm <sup>2</sup> )	
Normal (1)	15 x 30	K 250	28 Hari	12.21		590				
Normal (2)	15 x 30	K 250	28 Hari	12.72	12,465	570	580	32,82	403,36	161%
AKT+FA10%+S10% (1)	15 x 30	K 250	28 Hari	12.05		490				
AKT+FA10%+S10% (2)	15 x 30	K 250	28 Hari	12.07	12,06	520	505	28,58	351,2	140%
AKM+FA10%+S10% (1)	15 x 30	K 250	28 Hari	12.20		600				
AKM+FA10%+S10% (2)	15 x 30	K 250	28 Hari	12.40	12,4	620	610	34,52	424,22	170%

## Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Umur 56 Hari

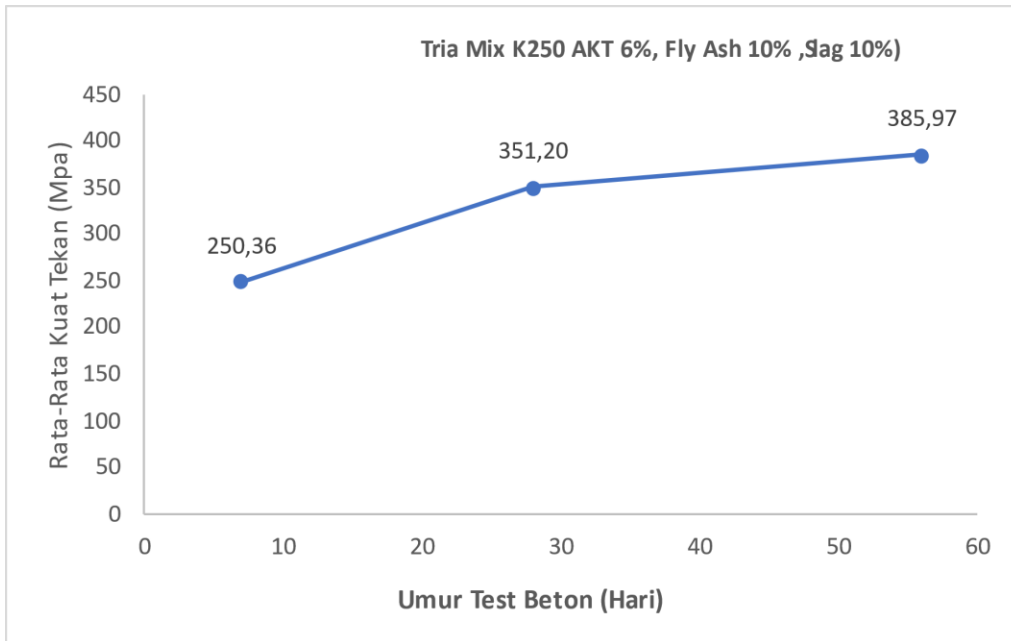
Jenis Beton	Ukuran Selinder (cm)	Mutu	Umur Test Sample	Berat (kg)	Berat rata-rata	Hasil Pengujian				
						Beban(kN) Beban Rata-Rata	Beban Rata-Rata	linder f'c (Mpa)	Kubus K (kg/cm <sup>2</sup> )	Keterangan
Normal (1)	15 x 30	K 250	56 Hari	12.41		600				
Normal (2)	15 x 30	K 250	56 Hari	12.50	12,455	600	600	33,95	417,27	167%
AKT+FA10%+S10% (1)	15 x 30	K 250	56 Hari	12.16		560				
AKT+FA10%+S10% (2)	15 x 30	K 250	56 Hari	12.28	12,3	550	555	31,41	385,97	154%
AKM+FA10%+S10% (1)	15 x 30	K 250	56 Hari	12.21		660				
AKM+FA10%+S10% (2)	15 x 30	K 250	56 Hari	12.53	12,37	640	650	37,35	458,99	184%

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium



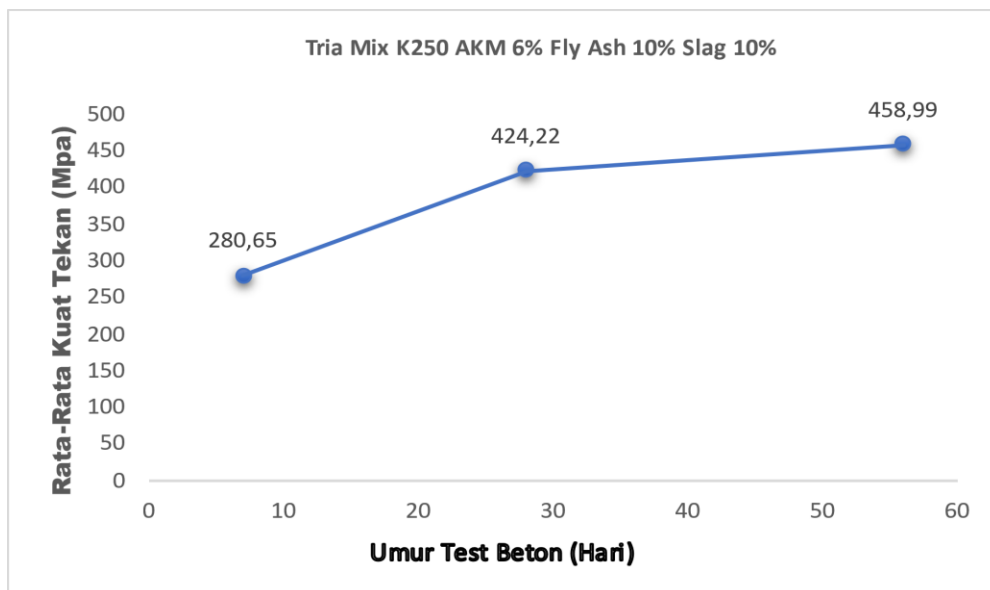
Gambar 3 Grafik kuat tekan beton normal umur

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium



Gambar 4 Grafik hasil kuat tekan beton dengan Penambahan Air Kelapa Tua, *Fly Ash*, dan *Slag* pada umur 7 hari, 28 hari, dan 56 hari

Sumber : Hasil Praktikum di Laboratorium



Grafik 4.5 grafik hasil kuat tekan beton dengan Penambahan Air Kelapa Muda, *Fly Ash*, dan *Slag* pada umur beton 7 hari, 28 hari, dan 56 hari

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hasil Pengujian Suhu Beton

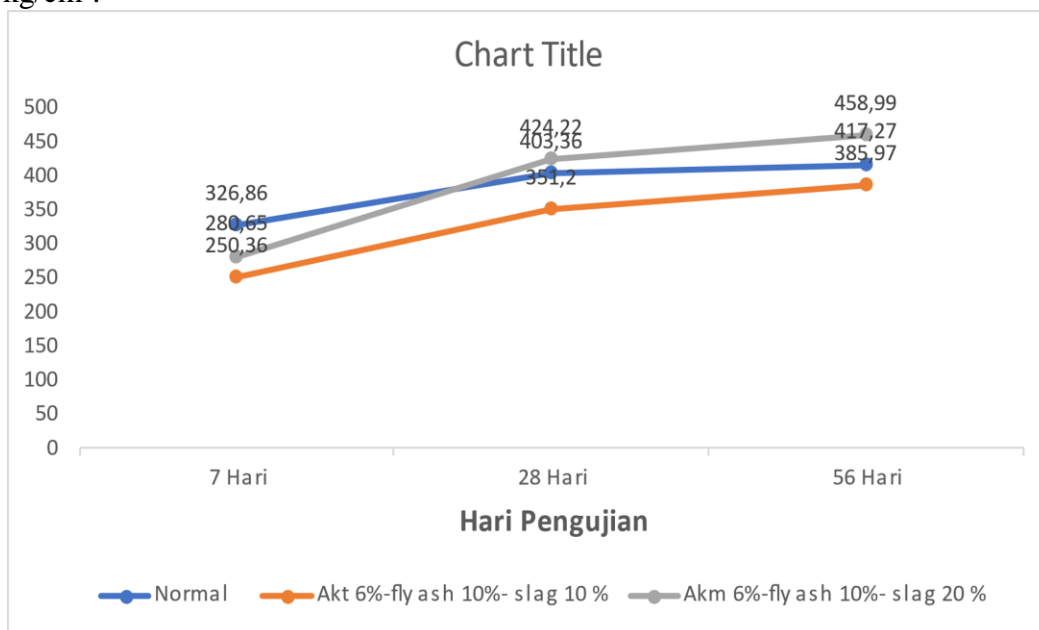
Dari hasil tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa nilai suhunya menurun. Dimana beton normal memiliki nilai suhu 35,5 °C, beton campuran air kelapa tua + *slag* + *fly ash* memiliki nilai suhu 34,3°C, dan beton campuran air kelapa muda + *slag* + *fly ash* memiliki nilai suhu 33,6°C. Sehingga dengan demikian dapat kita gambarkan nilai perbedaan suhu pada gambar 1.

### Analisis Hasil Pengujian Beton Segar Dengan Slump Test

Berdasarkan hasil nilai slump pada tabel 4.6 maka dapat disimpulkan bahwa nilai slumpnya menurun. Dimana nilai slump yang didapatkan pada beton normal 8 cm, nilai slump yang didapatkan beton campuran air kelapa tua + *slag* + *fly ash* 9 cm turun 1 cm dari beton normal dan nilai slump campuran air kelapa muda + *slag* + *fly ash* 12 cm turun 4 cm dari beton normal. Sehingga demikian dapat kita gambarkan nilai slump yang didapat pada grafik pengujian slump.

#### 4.1. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Crushing Test

Dari hasil penelitian, kuat tekan yang dihasilkan beton menggunakan penambahan Air Kelapa Muda 6%, *Fly ash* 10% dan *Slag* 10% pada umur beton 7 hari sebesar 280,65 kg/cm<sup>2</sup> meningkat pada umur 28 hari menjadi 424,22 kg/cm<sup>2</sup> dan meningkat pada umur 56 hari menjadi 458,99 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 6 grafik perbandingan antara kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton campuran

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium serta analisis yang telah dilakukan terhadap kuat tekan beton maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pengaruh penambahan air kelapa pada campuran beton memberikan waktu pengeringannya bertambah seperti beton yang dicampur air kelapa muda butuh waktu dalam proses

pengeringannya 36 jam sedangkan beton campran air kelapa tua dan beton normal proses pengeringannya sama waktunya sekitar 24 jam.

2. Perubahan terjadi juga pada penurunan nilai suhu pada campuran beton yang telah ditampur air kelapa tua dan kelapa muda. Dimana nilai suhu beton normal 35,5°C, beton campuran air kelapa tua + *slag* + *fly ash* menurun menjadi 34,3°C, dan nilai suhu paling rendah terdapat pada beton campuran air kelapa muda + *slag* + *fly ash* sebesar 33,6°C
3. Perubahan terjadi juga pada penurunan nilai slump pada campuran beton yang telah ditampur air kelapa tua dan kelapa muda. Dimana nilai slump beton normal 8 cm, beton campuran air kelapa tua + *slag* + *fly ash* menurun menjadi 9 cm dan nilai slump paling rendah terdapat pada beton campuran air kelapa muda + *slag* + *fly ash* sebesar 12 cm.
4. Semua sample yang telah di uji ternyata diatas kekuatan beton yang telah direncanakan K250 sampai umur beton 56 hari. Dimana kuat tekan beton campuran air kelapa muda + *slag* + *fly ash* sebesar 458,99 kg/cm<sup>2</sup> lebih besar dari nilai kuat tekan beton normal yang memiliki tekanan 417,27 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan beton campuran air kelapa tua lebih rendah kuat tekannya dari beton normal yang memiliki nilai kuat tekan sebesar 385,97 kg/cm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiyono, Menghitung Kontruksi beton untuk pengembangan rumah bertingkat dan tidak bertingkat, swadaya, jakarata 2008.
- Anggaeni, Terry: Septrianto, Wijaya: Fatmawati, Leily, Studi Analisis Limbah Terak Besi Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Pembuatan *Paving Block*, 2019.
- ASTM C-33, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2003.
- Ali Achmadi, 2009, Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan slag Sebagai Agregat Halus Dan Agregat Kasar Dengan Aplikasi Superplasticizer Dan Silicafume
- Badan Standarisasi Nasional, SNI SNI 03-2834-2000 : *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta, 2000.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 02-6820-2002 : *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*, Jakarta, 2002.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1972:2008 : *Cara Uji Slump Beton*, Jakarta, 2008.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-2462-2002 : *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural*, Jakarta, 2002.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-3449-2002 : *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*, Jakarta, 2002.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI-03-2847-2002 : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta, 2002.
- Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta , 17 Oktober 2018 *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen* ,
- <https://www.iisia.or.id/post/view/id/slag-baja-bukan-limbah-b3,2020>
- <https://hesa.co.id/uji-kuat-tekan-beton-di-laboratorium> ,2020
- <https://www.slideshare.net/arisaputra737/kuat-tekan-beton,2020>
- <https://www.google.com/search?q=kekuatan+beton+7,+14+dan+56&safe=strict&sxsrf=ALeKk03Ub95GdV9J18nHZm6zvQ6WOCZ>, 2020
- Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 14, Nomor 3, September 2018 : 213 – 231
- Jurnal Reka Buana Volume 1 No 2, Maret 2016 - Agustus 2016, Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (*Fly Ash* ) Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Mortar



Jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018 1 Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta , 17 Oktober 2018 *Fly Ash* Sebagai Bahan  
Pengganti Semen Pada Beton

Jurnal STABILITA Vol. 6 No. 2 (Juni 2018) Civil Engineering

Jurnal Reka Buana Volume 1 No 2, Maret 2016 - Agustus 2016

Jurnal Fly Ash [Http://Www.Apbi-Icma.Org/News/1497/Pemanfaatan-Fly-Ash-Dan-Bottom-  
Ash-Faba-Batubara-Semakin-Tinggi](http://www.apbi-icma.org/news/1497/pemanfaatan-fly-ash-dan-bottom-ash-faba-batubara-semakin-tinggi)